Lane Medical Library

Aus dem Hygienischen Institut der Universität Königsberg Pr.
(Direktor: Professor Dr. Selter.)

Über den Wert der Chlorierungsanlagen von Hallenschwimmbädern

unter besonderer Berücksichtigung der Untersuchungen im Königsberger Palästrabad.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde in der Medizin, Chirurgie und Geburtshilfe der Medizinischen Fakultät der Albertus-Universität Königsberg Pr.

vorgelegt von

Gerhard Lemmel.

Königsberg Pr.
Druck von Emil Rautenberg.
1926.

Referent: Professor Dr. Selter.

Meinen Eltern.

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/uberdenwertderch0000gerh

Über den Wert der Chlorierungsanlagen von Hallenschwimmbädern unter besonderer Berücksichtigung der Untersuchungen im Königsberger Palästrabad.

Mit der zunehmenden sportlichen Betätigung des deutschen Volkes hat auch die alte Lassar'sche Forderung wieder eine besondere Bedeutung erhalten: „Jedem Deutschen wöchentlich ein Schwimmbad." Wenn in einer 300 000-Einwohnerstadt wie Königsberg das einzige Hallenschwimmbad in einer Jahreszeit, in der Freibäder nur noch von ganz wenigen, besonders trainierten Sportlern genommen werden, Besucherzahlen von 300 bis 500 Personen am Tage aufweist, so ist das kein sehr eindrucksvolles Zeichen für die Anziehungskraft, die heute eine Badeanstalt auf das Publikum ausübt. Die Gründe für die geringe Badelust sind verschiedener Art und viele, Wissenschaftler wie Laien, Ärzte wie Techniker, wie Sportsleute müssen an der Lösung dieses Problems mitarbeiten. Es soll hier nicht über die Propaganda gesprochen werden, die im Volk die Badefreudigkeit erwecken soll; die beste Reklame eines Bades ist sein Wasser selbst, sein einladendes, ästhetisch einwandfreies Aussehen, seine hygienisch einwandfreie Beschaffenheit und seine Billigkeit. Diese drei Forderungen muß jede Badeanstalt erfüllen, und jede Anlage, die sich mit der Verbesserung des Badewassers befaßt, muß, welcher Art sie auch sei, diesen drei Forderungen gerecht werden.

Es sind immerhin ziemlich weitfassende Begriffe. Was ist ästhetisch, was hygienisch einwandfrei? Leicht zu fassen ist noch das erstere. Klarheit des Wassers, das jederzeit die Fugen der Plattenauskleidung deutlich durch-

schauen läßt, Farblosigkeit oder vielleicht besser noch eine klare bläuliche Farbe ist zur Befriedigung des Gesichtssinnes und ästhetischen Gefühls anzustreben. Schwerer ist schon ein hygienisch einwandfreies Wasser zu definieren. Es darf chemisch keine Stoffe enthalten, die auf Zersetzungsprozesse hindeuten (NH_4, HNO_3). Es darf auch keine Bakterien enthalten, die Krankheiten hervorrufen könnten. Wann ist dies der Fall? Die Krankheitskeime direkt nachzuweisen, ist praktisch ein Ding der Unmöglichkeit. Man kann nur indirekt aus andern leicht erhebbaren Befunden auf das Vorhandensein der Krankheitskeime schließen. Da die Krankheitserreger fast ausschließlich von den Badenden stammen, müssen andere nur von ihnen herrührende Bakterien als Wegweiser benutzt werden. Infolgedessen geben die harmlosen, dem Wasser entstammenden Wasserkeime hierfür keinen Anhalt. Übereinstimmend mit den weiter unten aufgeführten Ergebnissen fanden auch zahlreiche andere Autoren die fast paradox anmutende Erscheinung, daß die Keimzahlen für die bei 22 Grad gedeihenden Bakterien, trotz zunehmender Verschmutzung des Wassers, ganz erheblich sinken können. Eher sollte man denken, die meist von den Menschen stammenden, bei 37 Grad wachsenden Keime als Zeichen für die Verunreinigung mit menschlichen Krankheitserregern verwenden zu können. Aber auch diese verhalten sich wie die 22 Grad-Bakterien, wahrscheinlich, weil bei einer Temperatur von 37 Grad außer den von den Badegästen stammenden Bakterien auch die Wasserkeime so zahlreich gedeihen, daß sie den Charakter der Kurve bestimmen. Das leicht nachzuweisende Bakterium Coli dagegen stammt im Badewasser so gut wie immer nur von den Badenden, von denen es jeder in großen Mengen in das Wasser hineinbringt. Fehlt es, dann fehlen mit fast absoluter Sicher-

heit auch die andern, von den Besuchern herrührenden Krankheitskeime. Ist es vorhanden, dann ist auch die Möglichkeit ihrer Anwesenheit nicht auszuschließen.

Es muß daher m. E. für ein in bakteriologischer Hinsicht einwandfreies Badewasser unbedingt ein Freisein von Bakterium Coli zu erreichen versucht werden. Die Frage, welche Wassermengen auf Bakterium Coli zu untersuchen sind, ist mehr eine praktische. Ideal ist natürlich ein völliges Fehlen im ganzen Bassin. Zu erreichen ist das einstweilen nur unter gleichzeitig anderen großen Nachteilen. Wir haben infolgedessen Untersuchungen mit Mengen von 10 ccm abwärts gemacht, in der Annahme, daß, wenn in ihr kein Coli gefunden wird, dann die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins von Krankheitserregern äußerst reduziert erscheint. Der Nachweis der Colibazillen geschieht am sichersten mittels des Colititers: der vierundzwanzigstündigen Anreicherung in 1 Prozent Traubenzucker-Pepton bei 37 Grad und Ausstreichen auf Endoplatten (Eykmansche Methodik, modifiziert nach Kruse). Der von Gersbach[9] vorgeschlagene Indoltiter hat sich uns nicht bewährt. Nur selten stimmte der Indoltiter mit dem Colititer überein, wie auch bei anderen Nachprüfern (Weichhardt und Ulsamer[38]).

Vergleichende Untersuchungen ergaben:

Tabelle 1.

Bei positivem Indoltiter in ccm	waren Colibazillen mittels Colititers nur nachweisbar in: (ccm Wasser)						
	mehr als 100	100	10	1	0,1	0,01	0,001
1,0	4 ×	1 ×	1 ×	—	—	—	—
0,1		3 ×	4 ×	4 ×	5 ×	1 ×	1 ×
0,01	1 ×	1 ×	1 ×	4 ×	4 ×	1 ×	—
0,001				2 ×	—	1 ×	—

also nur 15 Prozent von 39 Proben stimmten genau überein. Der Indoltiter weist indolbildende Bakterien in mehr als der Hälfte der Fälle noch in der hundertfach so kleinen Wassermenge nach, als Colibazillen selbst mittels des Colititers auf Endoplatten aufgefunden werden können. Diese abweichenden Resultate des Indoltiters können nicht durch besondere Empfindlichkeit gegenüber Colibazillen erklärt werden, sondern sind, wie auch Gersbach selbst zugibt, auf unspezifisches Mitzählen anderer Indolbildner zurückzuführen. (In erster Linie kommen hier die absolut harmlosen sogenannten endorötenden Wasserkeime in Frage.)

Die an Schwimmhallenwasser zu stellenden Hauptforderungen sind, kurz präzisiert, folgende: Klarheit, deutliche Sichtbarkeit der Fliesenfugen), Fehlen von Bakterium Coli, zu dem dann noch die außerordentlich wichtige Forderung der Billigkeit hinzutritt.

Im Nachstehenden soll versucht werden, den Wert der verschiedenen Wasserverbesserungsmethoden auf Grund obiger Forderungen zu prüfen.

Es ist hier nicht der Ort, auf die zahlreichen Vorschläge der letzten Jahre einzugehen, die durch Vervollkommnung maschineller Anlagen auf billigere Erzeugung und Ausnutzung von Wasser, Wärme und Arbeitskraft hinzielen und die zum Teil bereits mit Erfolg in die Tat umgesetzt wurden. Erinnert sei nur an die Ausnutzung von Abwärme anderer industrieller Unternehmungen zur Erwärmung des Bassinwassers, an die Zentralisierung und damit wesentliche Verbilligung der Wärmeerzeugung durch Zentralheizwerke mit Fernübertragung. Diese Einrichtungen sind ohne Einschränkung zu begrüßen, da sie die Kosten eines Schwimmbades herabsetzen, ohne einen schädlichen Einfluß auf die Qualität des Badewassers auszuüben.

Ein anderer, nicht so einwandfreier Weg, um die Ausgaben zu verringern, der unter dem Druck wirtschaftlicher Not vorübergehend wohl von mancher Schwimmbadleitung eingeschlagen worden ist, besteht darin, dasselbe Badewasser durch eine größere Zahl von Besuchern benutzen zu lassen, es also längere Zeit unerneuert im Bassin zu belassen. Allerdings, je länger das Wasser im Bassin verbleibt, je mehr also die Ausgaben herabgesetzt werden, umsomehr wird auch infolge der ästhetischen Verschlechterung des Wassers die Zahl der Besucher abnehmen und damit gleichzeitig die Einnahmen vermindert werden. So zweifelhaft also der wirtschaftliche Vorteil der längeren Wasserbenutzung ist, so klar liegt ihre hygienische Unzulänglichkeit, ja Gefährlichkeit, auf der Hand, so daß, um dies nachzuweisen, ein weiteres Eingehen auf diese Frage überflüssig erscheint. Jedoch hat die große Reihe von Untersuchungen über diesen Punkt einige interessante Ergebnisse erzielt, derentwegen hierbei kurz verweilt werden soll.

Schon aus den neunziger Jahren liegen Untersuchungen über den Bakteriengehalt des Badewassers vor (Edel[5], Hesse[11], Koslik[18], Hilsum [12]). Hesse entdeckte eine merkwürdige Tatsache, daß nämlich die Keimzahlen bei dem eine Woche lang benutzten Badewasser an den ersten zwei bis drei Tagen einen rapiden Anstieg nehmen und vom dritten Tage an bis gegen Ende der Woche nahezu zur Keimfreiheit sinken. Hesse glaubt hieraus sogar den Schluß ziehen zu können, daß Bassinwasser eine Woche lang ohne Erneuerung noch sonstige Behandlung gebrauchsfähig bliebe. Später wurde diese „Schwimmbadkurve" von zahlreichen Autoren bestätigt; so von Selter[34], Langermann[19], Kister und Fromme[15], Ickert[14] und durch die eigenen Untersuchungen 1924 im Königsberger Palästra-

bad. Diese außerordentlich interessante Tatsache der Selbstreinigung stehenden Badewassers hat eine Flut von Untersuchungen und Erklärungsversuchen hervorgerufen. Vielleicht konnte sogar durch Unterstützung der vorliegenden selbstreinigenden Prozesse ein billiges Verfahren gefunden werden, Bassinwasser einwandfrei längere Zeit benutzbar zu erhalten. Zusammenfassende Angaben über die Gründe für diesen Ablauf der Keimzahlkurve liegen von Langermann und Ickert vor. Langermann kommt auf Grund seiner Versuche zu dem Schluß: „Wir müssen in den bakterienfressenden Protozoen die Hauptursache, wenn nicht die alleinige, suchen, warum im Bassinwasser des Gießener Volksbades am dritten und vierten Tage deutlich ausgeprägte Keimabnahme auftritt.“ Da die Protozoen Wasserbewegung schlecht vertragen, erklärt es sich, daß ihre reinigende Wirkung sich hauptsächlich in den Ruhezeiten entfalten wird, eine Tatsache, auf die Selter schon hingewiesen hatte und die im Königsberger Palästrabad wieder festgestellt werden konnte. Auch Ickert[14] schreibt den Protozoen die Hauptursache an dem Keimabfall in der zweiten Wochenhälfte zu. Daneben glaubt er noch an eine Wechselwirkung der Bakterien aufeinander durch Bildung sich gegenseitig hemmender „heteroantagonistischer“ Stoffe. Dieselbe Kurve wie für 22 Grad-Bakterien findet er auch für die bei 37 Grad wachsenden, deren Gipfel etwas später liegt, „da sie erst später durch die Badenden hineingelangen“. Auch für die bereits von Hilsum und Langermann näher beobachteten Anaerobier findet er eine ähnliche Kurve.

Zum Vergleich mit später erzielten Resultaten seien hier kurz Ergebnisse einer Untersuchungsreihe aus dem Badewasser des Königsberger Palästrabades mitgeteilt. Bei einem verhältnismäßig geringen Besuch von zirka 300 Per-

sonen am Tage wurde während einer Woche das 400 cbm fassende Bassin nicht erneuert. Es wurden Proben morgens vor Beginn und abends kurz vor Schluß der Badezeit entnommen und innerhalb längstens 10 Minuten nach Entnahme Gelatineplatten zur Keimzählung (von 1 und $^1/_2$ ccm Wasser) gegossen und der Colititer angesetzt. Die für das Bassinwasser von der Oberfläche und der Tiefe gesondert ausgeführten Untersuchungen werden mangels verwertbarer regelmäßiger Unterschiede hier nicht wiedergegeben (Tab. 2).

Tabelle 2.

Keimzahlen, Titer der Colibazillen (in 100 ccm Wasser) und der bei 37 Grad wachsenden Keime im Bassinwasser, das eine Woche ohne Erneuerung benutzt wurde.

(31. 3. bis 7. 4. 1924.)

Tag der Entnahme	Besucherzahl	Keimzahl (22Grad)	Colititer	37Grad-Titer	NH_4	salpetrige Säure	Salpetersäure	Bemerkungen
31. 3. vorm.		112 600	10,0	0,001	(Spur)	—	—	Neufüllung
abds.	249	18 700	1,0	0,001	„	—	—	
1. 4 vorm.		119 500	1,0	0,001	„	—	—	
abds.	175	47 100	0,01	0,001	„	—	—	
2. 4. vorm.		76 800	1,0	0,001	„	—	—	
abds.	269	30 400	0,1	0,001	„	—	—	
3. 4. vorm.		39 900	1,0	0,01	(+)	—	—	
abds.	232	4 400	0,1	0,001	(+)	—	—	
4. 4. vorm.		2 670	0,1	0,001	+	—	—	
abds.	248	19 950	0,1	0,001	+	—	—	
5. 4. vorm		38 100	1,0	0,001	+	(Spur)	—	
abds.	354	10 970	0,1	0,001	+	„	—	
6. 4. vorm.		3 140	0,01	0,01	+	(+)	(Spur)	
abds.	288	6 270	0,1	0,1	++	+	„	
7. 4. vorm.		2 950	0	1,0	(Spur)	—	—	Neufüllung
zusammen	1 815							

Zu der anscheinend für die Beurteilung günstigen Entwicklung der Keimzahl stehen die anderen Ergebnisse im Gegensatz. Der Colititer weist Colibazillen fast durchgehend bis in 0,1 ccm Wasser. Selbst die chemische Untersuchung ergibt eine steigende Verschlechterung. Am vierten Tage wird Ammoniak deutlich positiv, am sechsten Tage erscheint salpetrige Säure in Spuren, am siebenten Tage ist sie deutlich positiv nachzuweisen und auch Salpetersäure wird in Spuren festgestellt. Hand in Hand damit geht die rapide Verschlechterung des Aussehens. Bereits am dritten Tage scheint der Grund auf der Schwimmerhälfte nicht mehr durch. Am vierten bis fünften Tage schwimmen bereits feine Flocken in den entnommenen Wasserproben. Am letzten Tage sind reichlich grobflockige Partikel suspendiert. Daß dieses Wasser als Badewasser weder den geringsten ästhetischen noch hygienischen Forderungen genügt, ist selbstverständlich.

Es zeigt sich also, daß eine öftere Erneuerung des Bassinwassers nicht zu umgehen ist. Wie häufig es zu wechseln ist, das hängt von zuviel Faktoren ab, um dafür allgemeine Regeln aufstellen zu können. Bei nassem Regenwetter wird es schneller verschmutzt, bei energischem, auf Ordnung sehenden Bademeister wird es sich länger brauchbar erhalten als im gegenteiligen Falle. Dementsprechend sind die verschiedenen Vorschläge: Frischfüllung nach Besuch von 400 Personen, wie es Selter für das 460 cbm große Bonner Schwimmbad vorschlug, oder 1 cbm Wasser auf den Besucher nur als ungefähre Maßstäbe zu verwerten, denen praktisch im allgemeinen eine tägliche bis zweitägige bis vielleicht zweimal wöchentliche Frischfüllung des Bassins entspricht. Ein Ministerialerlaß vom 11. Juli 1910 sagt: „Das Wasser des (Hallen-) Schwimmbades ist möglichst täglich, mindestens aber zweimal in der Woche zu erneuern“[4]

Und sogar die häufige Neufüllung des Bassins genügt vielen noch nicht. So legt Proskauer[29] außerdem auf „kontinuierliche Verdünnung des Bassininhaltes durch frisches Wasser" einen sehr großen Wert.

Zu welchen finanziellen Schwierigkeiten diese Forderungen bereits vor dem Kriege führten, zeigen die Ausführungen von Grunow[10].

„Trotz der mitunter ungeheueren Zahl der verabfolgten Bäder rentieren sich die städtischen Badeanstalten selten oder nie". Aus den von ihm angeführten Zahlen geht hervor, daß 1912 in den 20 städtischen Schwimmhallen von Frankfurt a. M., Hamburg, München, Siegen ungefähr 22 bis 25 Prozent bis 32 Prozent (Siegen) der Ausgaben nicht durch Einnahmen gedeckt sind. Nowotny[24] untersucht den Etat des Frankfurter Schwimmbades 1910 daraufhin, welche Einrichtungen den Betrieb besonders verteuern, und kommt zu dem Ergebnis: „in erster Linie sind es die vielen Bassinfüllungen". Die Ausgaben für Kohlen und Wasser zusammen nahmen dort 1910 zirka 44,5 Prozent, also fast die Hälfte der Betriebs- und Verwaltungskosten einschließlich der Kosten für Verzinsung und Tilgung ein. Der verlorene Krieg hat die Verhältnisse nicht gebessert. Die Preise für Arbeitslöhne, für Wasser und Kohle sind erheblich gestiegen, die kommunalen bzw. staatlichen Zuschüsse für die Schwimmbäder müssen aufs äußerste reduziert, sogar ganz eingestellt werden. Die Schwierigkeiten, die sich schon im Frieden den häufigen Neufüllungen entgegenstellten, sind bis zum Unerträglichen gesteigert. An diesem Gegensatz zwischen der Forderung der Hygiene und des Publikums einerseits und der Wirtschaftlichkeit andererseits krankten nach dem Kriege wohl alle Badeanstalten, und der größte Teil dieser für die Volkswohlfahrt so bedeutungsvollen Einrichtungen drohte seinen Betrieb einstellen zu müssen. Es ist daher

kein Wunder, wenn ein Gedanke, der ziemlich unbeachtet, bereits vor dem Kriege in die Tat umgesetzt wurde, innerhalb weniger Jahre sich so allgemein verbreitet hat, daß er heute wohl die Mehrzahl aller Schwimmhallenbetriebe beherrscht.

Es ist der Gedanke der kontinuierlichen Umwälzung des Beckeninhaltes, der Gedanke, das teure Frischwasser durch das gebrauchte und in einer besonderen Anlage gereinigte Bassinwasser zu ersetzen. Dieses Verfahren unterscheidet sich gegenüber früheren Versuchen außer durch die Wasserersparnis noch durch einen wichtigen Punkt. Früher wurde bei dauerndem Frischwasserzufluß, wobei der Abfluß lediglich in der Überlaufrinne am oberen Rande des Schwimmbassins sich befand, zwar eine gründlichere Reinigung der oberflächlichen Wasserschichten erzielt, eine größere einigermaßen ausreichende Wirkung in die Tiefe fand nicht statt. Bei dem Umwälzungsverfahren dagegen wird das Wasser aus der tiefsten Stelle dem Bassin entnommen und läuft am entgegengesetzten Ende in Höhe der Wasseroberfläche zu. Die hierbei auftretende kontuinierliche Strömung von der Oberfläche der flachen Bassinseite zur tiefsten Stelle muß natürlich eine sehr viel ausgiebigere reinigende Wirkung erzielen.

Das umgewälzte Bassinwasser muß selbstverständlich einer Reinigung unterworfen werden. Filter allein, wie sie der „Gesundheits-Ingenieur“ 1907, 08 [13] vorschlägt, genügen allerdings hierzu nicht. Auch nach dem Kriege führten in der Berliner Volksbadeanstalt Bärwaldstraße Versuche mit einigen Schnellfiltern weder in bakteriologischer noch in chemischer Hinsicht zu derart befriedigenden Resultaten, daß man zu der Einführung dieser Filtersysteme hätte raten können.

Zu der Filterung, die nur gröbere suspendierte Partikel auffangen kann, muß noch ein weiterer Faktor treten, der

das Wasser auch von seinen gelösten fäulnisfähigen Stoffen und Bakterien befreit. Diesen Zweck verfolgt zum ersten Male das von Row angegebene Belüftungsverfahren. Dabei kommt das Wasser in ausgiebige Berührung mit dem Luftsauerstoff, der durch oxydative Prozesse einen größeren Teil der organischen Substanzen verzehren soll. Besonders in England wurde dies Turn-over-Verfahren praktisch ausgebildet. In den Jahren 1907/10 kamen die ersten, zunächst vereinzelten, günstigen Beurteilungen an die Öffentlichkeit, denen dann bald zahlreiche, zum Teil zögernd, zum Teil begeisternd zustimmende Gutachten aus den verschiedensten Städten Englands folgten. In Deutschland richtete die Firma Hans Reisert, Köln-Braunfels, derartige Reinigungsanlagen ein. Die ersten deutschen Untersuchungen wurden von Kister und Fromme [15] aus der Hamburger Badeanstalt im Jahre 1910 veröffentlicht.

Wie entsprechen nun die hier erzielten Resultate den eingangs aufgestellten Forderungen? Die grobsinnliche Beschaffenheit ist nach einundzwanzigtägiger Benutzung vielleicht noch als einwandfrei zu bezeichnen. Das Wasser ist bis auf etwa 3 m durchsichtig geblieben, die Farbe hat sich sogar etwas gegenüber dem frischen Wasser gebessert. Dagegen hat sich ein Bodensatz angesammelt, der an Menge ungefähr dem in einem anderen Schwimmbade ohne Reinigungsanlage nach $2^1/_2$ Tagen abgesetzten entspricht. Viel weniger einwandfrei erscheint die Forderung erfüllt, daß Krankheitserreger mit möglichster Sicherheit fehlen sollen. Zwar zeigen die Keimzahlen eine deutliche Wirkung der Reinigungsanlage (durchschnittliche Reduktion der Keime bis zu 93 Prozent!) Auch bleibt die Keimzahl im Bassin erstaunlich niedrig. Bei dem einundzwanzigtägigen Turnus stellt keine Untersuchung mehr als 500 Keime in 1 ccm fest. Aber die Keimzahl ist kein Maßstab für die

Ungefährlichkeit des Wassers, und die Colibazillen zeigen ganz andere Werte. Hier versagt die reinigende Wirkung der Anlage, im Gegenteil, sehr oft ist der Colititer im Zuflußwasser wesentlich größer als im Bassin selbst, wahrscheinlich durch Ausspülung aus dem Filter bedingt. Von 43 Untersuchungen ist der Colititer im gereinigten Wasser in einem Drittel der Fälle größer (zweimal sogar hundertfach größer) als im Bassinwasser. Man kann also diese in dem Row-Reisertschen System verkörperte Reinigungsanlage des gefilterten Umwälzungswassers durch Belüftung nach den in Deutschland gemachten Erfahrungen höchstens als einen, hygienisch nicht einmal einwandfreien, Notbehelf ansehen, der zu Ersparnissen an Wasser und Wärme führt und daher nur durch wirtschaftliche Not entschuldigt werden könnte.

Es ist daher zu begrüßen, daß eine prinzipielle Verbesserung des Verfahrens erfunden worden ist, die neben wesentlich größerer Verbilligung auch eine erheblich größere Reinigungskraft aufweist, nämlich die Keimabtötung in dem filtrierten Wasser durch chemische Desinfektionsmittel.

Auch früher schon wandte man Desinfektionsmittel an. Man setzte sie direkt dem Wasser im Bassin zu, in der Hoffnung, seine Brauchbarkeit dadurch zu verlängern. Die ersten Versuche, ein Schwimmbassin zu desinfizieren, stammen aus den neunziger Jahren des vorigen Jahrhunderts. Lode[21] gelang es 1893, ein Bassin mit 150 cbm Wasser durch Chlorkalk in kurzer Zeit zu sterilisieren. Nijland[23] benutzte im gleichen Jahre Seife mit und ohne Zusatz von Desinfizientien. Am wirksamsten erwies sich ihm Sublimat, das er in einer Verdünnung von 1 zu 30 Mille empfiehlt. Aber Desinfektion des Bassinwassers vermag für sich allein seine Brauchbarkeit nicht lange aufrecht

zu erhalten. Wohl können Desinfektionsmittel die Keime zum Teil in sehr kurzer Zeit vernichten, doch können sie nicht die Trübung und Mißfarbe des Wassers beseitigen, abgesehen von Belästigungen, die sie eventuell hervorrufen. Und selbst wenn man die Trübung durch Fällungsmittel beseitigen wollte, schon die ersten Schwimmer würden den über Nacht abgesetzten Schlamm aufwirbeln, und die Trübung, um das Fällungsmittel vermehrt, würde noch stärker sein. So konnte z. B. in Breslau 1917[1] Chlorkalkdesinfektion des Bassins eine Trübung nicht verhindern.

Selbst das Chlorgas, von dem man neben der Keimabtötung noch eine gewisse Verzehrung der organischen Substanzen erwartet, kann als einziges Reinigungsmittel ohne gleichzeitige Umwälzung und Filterung keine befriedigenden Erfolge erzielen. Seligmann[33] versuchte damit in Neukölln im Schwimmbad Friedrichshain das 4 bzw. 5 Tage benutzte unerneuerte Bassinwasser brauchbar zu erhalten. Im Frauenbassin von 210 cbm mit einem Besuch von 300 Personen am Tag ließ sich freies Chlor an allen Tagen nachweisen. Es war praktisch keimfrei und Colibakterien wurden nie nachgewiesen. Dagegen setzte am dritten Tage bereits eine Trübung ein. In dem Männerbassin von 360 cbm mit mehr als der doppelten Besucherzahl von 720 am Tag ist auch das bakteriologische Resultat nicht zufriedenstellend. Vom zweiten Tag ab eine rasche Steigerung der Keimzahl von 1 200 auf mehrere 100 000 am dritten Tag, vom dritten Tag ab auch regelmäßig Colibazillen, vom vierten Tag ab läßt sich freies Chlor im Bassin nicht mehr nachweisen. Wenn auch bei geringem Besuch die Leistung des Chlorgases noch verhältnismäßig gut ist, so kann auch dieses Mittel eine schon früh auftretende intensive Trübung nicht verhindern.

Ebensowenig wie ein Filter kann also auch ein Desinfektionsmittel, für sich allein angewandt, das gleiche Wasser längere Zeit benutzbar erhalten. Erst die Verbindung von Desinfektion mit der Umwälzung und Filterung, erst die Verbindung der Bakterientötung mit der Entfernung gröberer suspendierter Bestandteile kann zu brauchbaren Resultaten führen.

Bereits 1907/08[69] macht der Gesundheitsingenieur einen derartigen Vorschlag: „Wenn man die hygienische Beschaffenheit des Schwimmbassins zu einer hohen Vollkommenheit bringen wollte, würde die Ozonisierung des Umwälzungswassers in Frage kommen können". Aber wegen kostspieliger Anlage und wahrscheinlich damit verbundener Geruchsbelästigung hält Verfasser den Vorschlag nicht für ausführbar. Von den vielen zur Desinfektion empfohlenen Mitteln stehen in erster Reihe die Chlorpräparate, die sich durch Billigkeit und Intensität der Wirkung auszeichnen.

Schon seit Anfang des vorigen Jahrhunderts ist das Chlor als Desinfiziens bekannt. Jedoch findet es erst systematische Anwendung, nachdem Robert Koch durch seine grundlegende Arbeit „Über Desinfektion"[16] die Wege für wissenschaftliche Erforschung der Wirkungsbedingungen und Ergebnisse der Desinfektionsmittel wies. Erst nachdem ihre Einwirkung auf rein gezüchtete Bakterienkulturen sinnfällig direkt beobachtet werden konnte, wurde es möglich, das Chlor als ein Desinfiziens größter Anwendungsmöglichkeit besonders in der Unschädlichmachung infizierten Wassers zu erkennen. Durch Traubes „Einfaches Verfahren, Wasser in großen Mengen keimfrei zu machen"[36] erhielten die zahlreichen, bisher nur im Laboratorium angestellten Versuche, einen enormen praktischen Wert, der sich noch im gleichen Jahre anläßlich einer Choleraepidemie in Kairo

und zwei Jahre später bei einer Typhusepidemie in Pola zeigte, wo es gelang, durch Chlordesinfektion aus dem verseuchten Wasser im Großen einwandfreies Trinkwasser herzustellen *).

Von Chlorpräparaten benutzte man hauptsächlich den Chlorkalk und die elektrolytisch hergestellte Hypochloritlauge. Die Versuche mit anderen Chlorsalzen haben ihnen gegenüber zu keiner praktischen Verwendbarkeit geführt.

Im Breslauer Schwimmbad wurde 1916 in Deutschland die erste Chlordesinfektionsanlage des Umwälzungswassers eingerichtet [1]. Die Gefahr der Choleraeinschleppung, die wegen der Nähe des Etappengebietes akut geworden war, machte diese Maßnahme nicht aus Ersparnisgründen, sondern aus rein hygienischen Rücksichten notwendig. Es wurde zunächst Chlorkalk, später Hypochloritlauge benutzt. Die Resultate waren gut, es fand wöchentlich zweimalige Neufüllung statt. Aber auch bei acht- bis vierzehntägigem Belassen des Wassers im Bassin wurde es von Tag zu Tag schöner. Am letzten Tage war es klarer als am ersten.

Die Verwendung von reinem Chlorgas hatte zwar im Laboratorium günstige Resultate ergeben. Im großen stand seiner Einführung jedoch die Unmöglichkeit seiner genauen Dosierung lange entgegen. Eine weitere Schwierigkeit bestand darin, das Chlorgas in genügend innige Berührung mit dem Wasser zu bringen, um seine völlige Absorption zu ermöglichen. Dazu gehörte einmal eine möglichst ausgiebige Vergrößerung der Berührungsfläche beider Medien und eine Verlängerung der Einwirkungszeit aufeinander. Ersteres brachten geeignete Zerstäuber durch Auflösen des Gases in feinste Bläschen und dadurch bedingte Oberflächen-

*) Über die Entwicklung der Chorkalkdesinfektion ist in den Arbeiten von Fischer und Proskauer [7], Engels [6] ein kurzer Abriß zu finden.

vergrößerung zu Wege. Zur Verlängerung der Einwirkungszeit war eine Verlegung der Zerstäuber in genügende Wassertiefe notwendig, um die Chlorgasbläschen auf ihrem längeren Wege zur Oberfläche restlos zur Absorption zu bringen. An der oft fehlenden erforderlichen Wassertiefe scheiterten manche Anlagen. Das Gas in geschlossene Rohrleitung dem Wasser beizufügen schien unmöglich, da hier wegen fehlender Wassertiefe die Blasen ungelöst nach oben steigen und das Leitungsrohr zerfressen konnten.

Diese Schwierigkeiten zu beseitigen gelang Ornstein[28]. Er verzichtete darauf, das Chlorgas dem Wasser direkt zuzusetzen, ließ vielmehr das Gas durch kleine Wassermengen in seinem Apsorptionsturm auflösen und leitete dann diesen Nebenstrom ziemlich konzentrierten Chlorwassers dem zu desinfizierenden Wasser zu (indirekte Methode). Nach dem Ornsteinschen Patent gebaute, in der Zwischenzeit weiter verbesserte Apparate liefert die Chloratorgesellschaft Berlin, die aus der Chlorabteilung der Triton G. m. b. H. hervorgegangen ist. Aber auch das direkte Verfahren ist weiter ausgebildet worden und wird von der Bamag-Meguin A.-G. angewandt. Der feinporige Zerstäuber führt die Chlorgasblasen direkt dem umgewälzten Wasser in der Längsachse der Rohrleitung zu. Die Befürchtung, daß die nach oben steigenden Gasblasen die eiserne Rohrwand zerfressen könnten, hat sich bisher als nicht begründet herausgestellt. Dr. König, der Oberingenieur der Bamag, schildert die Vorzüge seines Verfahrens folgendermaßen[17]: „Es entsteht bei der Mischung des Chlors mit dem Wasser nach der Formel $2\,Cl + H_2O = 2\,H\,Cl + O$ aktiver Sauerstoff in statu nascendi, der das wirksame Agens ist. Dieser Sauerstoff entsteht bei unseren Apparaten in dem Augenblick, wo das Chlor bereits mit dem zu sterilisierenden Wasser in innigster Berührung ist, und zwar in so inniger Be-

rührung, daß jedes Wasserpartikelchen mit dem Chlor resp. mit dem aktiven Sauerstoff in Berührung kommen muß". Die Zeit muß lehren, welcher von beiden Chlorgasanlagen die größeren Vorteile zukommen

Die schnelle Verbreitung der Chlorgasdesinfektion nach Lösung der technischen Schwierigkeiten in den folgenden Jahren erklärt sich aus den augenfälligen Vorteilen, die es gegenüber dem Chlorkalk jedenfalls in größeren Betrieben aufzuweisen hat, wie sie auch Zamkow [41] kurz andeutet. Die kleinen Stahlflaschen mit ihrem Inhalt von 45 kg komprimierten Chlorgases, das zur Desinfektion von ungefähr 200 000 cbm Wasser ausreicht, ersparen den viel größeren Raum für die entsprechenden Chlorkalklager und lassen die durch Zersetzung des Chlorkalks auftretenden Geruchsbelästigungen vermeiden. Die Handlichkeit der Apparate erfordert nicht die Bedienung und Arbeitskräfte, die zum Mischen und Auflösen des Chlorkalks nötig sind. Das Chlorgas ist rein, stets unveränderlich, unbegrenzt haltbar, während Chlorkalk nie gleichen Chlorgehalt zeigt, sich leicht zersetzt und an Wirksamkeit abnimmt. Das Chlorgas zeigt nach Ornstein die sechs- bis achtfache, ja unter besonders günstigen Bedingungen die zehn- bis fünfzehnfache Wirkung des Chlorkalks anstatt der dreifachen, wie man es der chemischen Formel nach erwarten sollte.

Die erste Chlorgasdesinfektionsanlage in Deutschland wurde zu Beginn des Jahres 1921 im Hallenschwimmbad Neukölln (Bamag) in Betrieb genommen, die zweite im November 1922 in Hamburg-Eppendorf von der Tritongesellschaft ausgeführt. In den folgenden Jahren vermehrte sich die Zahl der mit derartigen Chlorierungsapparaten versehenen Schwimmbäder mit einer solchen Geschwindigkeit, daß sie heute wohl jede Stadt aufweisen kann.

Im Königsberger Palästrabad wurde im Oktober 1924 eine von der Chloratorgesellschaft gelieferte Chlorgasanlage in Betrieb genommen. Systematische Untersuchungen wurden jedoch erst nach größerer Renovierung der ganzen Schwimmhalle im September 1925 begonnen, über deren Ergebnisse hier kurz berichtet werden soll:

Zunächst sei es gestattet, eine kurze Beschreibung des Hallenschwimmbades vorauszuschicken, über das Stadtbaurat Werner bereits im „Gesundheits-Ingenieur" 1912 einige Angaben gemacht hat[37]. Das Schwimmbecken hat eine Größe von 8,50×19,50 m, eine Tiefe von 0,80 bis 3,10 m und faßt zirka 400 cbm Wasser. An seinem tiefsten Ende befindet sich an einer Seite der durch ein grobmaschiges Drahtgitter geschützte Auslauf. Durch eigenes Gefälle läuft das Wasser auf ein Rillenblock-Schnellfilter (von der Bamag eingebaut). Durch die 1 m hohe Filterschicht aus Kies von 50,0 bis 0,5 mm Korngröße saugt eine Pumpe das Wasser mit einer Filtergeschwindigkeit von 6,2 m die Stunde und einer Stundenleistung von 40 cbm. Dicht vor der Pumpe mündet die Chlorgaszuführungsleitung. Man hofft durch die Strudelbildung innerhalb der Pumpe eine schnelle ausgiebige Durchmischung mit dem Wasser zu erreichen. Schäden an Leitung und Pumpe sind bisher nicht zu verzeichnen gewesen. Die Zuführung des gefilterten und gechlorten Wassers erfolgt an der flachen Bassinhälfte, dicht unterhalb der Wasseroberfläche. Der zuständige Ingenieur, Herr Rakuttis, glaubt, durch senkrechte anstatt, wie im allgemeinen üblich, horizontale Einführung des Zuleitungsrohres in das Bassinwasser eine gleichmäßigere Erneuerung erzielen zu können.

Der Chlorzusatz erfolgte in den beiden Versuchswochen teils während des Betriebes, teils nachts, immer zirka 10 bis 11 Stunden hintereinander, einer Zeit, in der eine dem

Beckeninhalt entsprechende Wassermenge gerade einmal umgewälzt war. Nur am ersten Tage wurde die Menge von 0,25 mg pro Liter dem Umwälzungswasser zugesetzt, später regelmäßig 0,5 mg/ltr. Untersuchungen des Wassers fanden in der ersten Woche fünfmal täglich, in der zweiten viermal am Tage statt. Die erste Probe wurde morgens vor der Benutzung, die letzte abends, kurz vor Schluß der Badezeit, entnommen, dazwischen in ungefähr gleichmäßigen Abständen die übrigen drei resp. zwei Proben. Die Entnahmestellen im Bassin waren

I. an der tiefsten Stelle aus ungefähr 1 bis 2 m Tiefe,
II. nahe dem Zulaufrohr an der flachen Seite vom Grunde und
III. von einer dazwischenliegenden Stelle aus zirka $^3/_4$ m Tiefe.

In der Rohrleitung waren vier Entnahmestellen, zwei vor und zwei nach der Zuführung des Chlorwassers zu dem Umwälzungswasser.

Die Keimzahlen wurden jedesmal von den drei Stellen des Bassins und wenn die Umwälzung und Chlorierung im Gang war, noch von vier (in der zweiten Woche von drei) Stellen der Umwälzungsleitung bestimmt. Der Colititer wurde angesetzt jedesmal aus dem Bassin von der tiefsten Stelle (I.) und wenn die Umwälzungsanlage im Betrieb war, aus den vier resp. drei Stellen dieser Leitung. Zwischen der Entnahme der Wasserproben und dem Ansetzen der beiden bakteriologischen Untersuchungen verging höchstens $^1/_4$ Stunde, meistens weniger. Die Bestimmung des freien Chlors wurde sofort bei der Entnahme an Ort und Stelle mit Chlorzinkstärkelösung vorgenommen und mit $^1/_{100}$ n Natriumthiosulfatlösung austitriert.

Die Ergebnisse waren folgende:

Tabelle 3.

Reinigungseffekt (R. E.) der Chlorierungsanlage in der Umwälzungsleitung.

Entnahme Tag	Std.	freie Chlormenge mg/ltr zugesetzte	nachweisbare	Keimzahlen im Bassin- Abfluß	Zufluß	R. E. in %	Colibazillen Abfluß | Zufluß in ccm Abfluß 10	1	0,1	0,01	Zufluß 10	1	0,1	0,01	R. E.	37 Grad-Bakterien Abfluß | Zufluß in ccm Abfluß 10	1	0,1	0,01	0,001	0,0001	0,00001	Zufluß 10	1	0,1	0,01	0,001	0,0001	0,00001	R. E.
15. 9.	11^{00}	0,25	0	6 650	1 130	83	+	−	−		−	−	−		10×	+	+	+	−	−		+	+	−	−	−	−		10×
	3^{00}	0,25	0	10 670	6 500	39	+	+			+	−	−		0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−		10×
	7^{00}	0,25	0	9 500	7 940	17	+	+	−		+	+	−		0	+	+	+	+	−	−	+	+	+	+	+			−10×
16. 9.	11^{00}	0,5	+	633 600	0	100	+	+	−		−	−	−		100×	+	+	+	+	+	+	−	−	−	−	−	−		∞
	3^{00}	0,5	0,26	43 200	200	99,5	+	−	−		−	−	−		10×	+	+	+	+	+	+	−	−	−	−	−	−		∞
	7^{00}	0,5	0,21	4 900	1 140	73	+	−	−		−	−	−		10×	+	+	+	−	−	−	+	−	−	−	−	−		100×
18. 9.	3^{00}	0,5	0,20				+	−	−		−	−	−		10×	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	−	−		1000×
	7^{00}	0,5	0,24				−	−	−		−	−	−		−	+	+	+	+	+	+	+	−	−	−	−	−		∞
Neufüllung.																														
21. 9.	1^{00}	0,5	0,13	22 400	0	100	+	+	−	−	−	−	−	−	100×	+	+	+	+	+	+	+	−	−	−	−	−	−	−	∞
	7^{00}	0,5	0,13	15 360	0	100	+	−	−	−	−	−	−	−	10×	+	+	+	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	1000×
22. 9.	1^{00}	0,5	0,07	64 000	0	100	+	−	−	−	−	−	−	−	10×	+	+	+	+	+	+	+	−	−	−	−	−	−	−	∞
	7^{00}	0,5	0,09	35 200	0	100	+	+	−	−	−	−	−	−	100×	+	+	+	+	+	+	+	−	−	−	−	−	−	−	∞
25. 9.	9^{00}	0,5	0,23	15 360	0	100	−	−	−	−	−	−	−	−	−	+	+	+	+	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	∞

A. Wirkung der Chlorierungsanlage innerhalb der Umwälzungsleitung.

Keimzahlen.

So wenig die Keimzahlen als Kennzeichen für die Verunreinigung des Bassins zu gebrauchen sind, so deutlich können sie doch einen Maßstab für die Reinigungskraft der reinigenden Anlage abgeben. Sehr klar erweist z. B. der erste Tag (15. September) die ungenügende Wirkung einer Chlormenge von 0,25 mg/ltr. Sie reichte nicht aus, um die Keime in der Reinwasserleitung abzutöten, war doch 1 m hinter der Einführungsstelle Chlor schon nicht mehr im freien Zustande nachweisbar. Infolgedessen setzte im Laufe des Tages eine gewaltige, schon grobsinnlich wahrnehmbare Verschmutzung des Bassinwassers ein und parallel eine immer stärker werdende Insuffizienz der Anlage. Der Reinigungseffekt sinkt von 83 Prozent auf 39 Prozent auf 17 Prozent an den Keimzahlen gemessen. Der hohe Verschmutzungsgrad, in den das Badewasser am ersten Tage kam, muß als Ursache dafür angenommen werden, daß auch am 16. September die Größe des Reinigungseffektes im Laufe der Benutzungsdauer trotz der Zusatzmenge von 0,5 mg/ltr abnimmt. 100 Prozent bis 99,5 Prozent bis 73 Prozent.

Denn wesentlich günstiger sind die Resultate, wenn schon von vornherein eine genügende Chlorgabe der Verschmutzung Einhalt bietet, wie es in der zweiten Woche nach Neufüllung geschah. Hier war immer völlige Sterilität des gechlorten Wassers festzustellen.

Colititer.

Ähnlich verhalten sich die Colizahlen. In der ersten Woche sind Colibazillen nur an dem Tage, an dem die ungenügende Menge von 0,25 mg/ltr zugesetzt wurde, ge-

funden worden. Bei einem Zusatz von 0.5 mg/ltr waren 1 ccm (erste Woche) bzw. 10 ccm (zweite Woche) des gereinigten Wassers immer frei von Colibakterien. Ebenso waren die bei 37 Grad wachsenden, gleichzeitig mit dem Colititer auf Endoplatten ausgestrichenen Keime in der zweiten Woche in 10 ccm nie nachzuweisen.

Mit voller Deutlichkeit zeigen also schon diese wenigen Versuche, die in der Folgezeit ergänzt und bestätigt wurden, den gewaltigen Vorteil gegenüber der Reinigungsanlage ohne Zusatz von Desinfizientien nur mit Filter und Belüfter, wie sie Kister und Fromme in Hamburg geprüft hat. Durch die Chlorierungsanlage ist die Möglichkeit gegeben, das gebrauchte Badewasser völlig keimfrei zu machen und es als ein jedenfalls in bakteriologischer Hinsicht völlig einwandfreies Frischwasser dem Bassin wieder zuzuführen.

Welche Mengen freien Chlors im gereinigten Wasser nachgewiesen werden müssen, um absolute Keimfreiheit zu erzielen, konnte während der bisherigen kurzen Untersuchungen hier nicht festgestellt werden. Ich glaube auch nicht, daß hierfür bestimmte Werte angegeben werden können. Die Wirkung hängt von zu vielen, zum Teil unberechenbaren Faktoren ab. Von großem Einfluß ist, wie die beiden ersten Tage der Woche deutlich zeigten, der Verschmutzungsgrad des Wassers. Die Dauer der Einwirkung ist ebenfalls bedeutungsvoll für das Ergebnis. Es konnte des öfteren nachgewiesen werden, daß das umgewälzte Wasser zirka 1 m nach Chloreinführung noch höhere Keimzahlen aufwies, die kurz vor Eintritt in das Bassin vernichtet waren. Andere Einflüsse sind gänzlich unberechenbar, wie die Intensität der Durchmischung, die Gleichmäßigkeit der Chlorzufuhr und die sonstige chemische Beschaffenheit des Wassers. Aus allen diesen Gründen kann man einen allgemein gültigen Wert für die Chlor-

mengen, die gerade zur Sterilisierung des Umwälzungswassers hinreichen, nicht angeben.

B. Einfluß der Chlorierung auf das Bassin.

Sind nun außer diesen einwandfreien reinigenden Leistungen innerhalb der Umwälzungsleitung auch Einflüsse auf das Bassin selbst festzustellen?

Keimzahlen.

Aus den Keimzahlen können zwar keine einwandfreien Schlüsse in dieser Richtung gezogen werden. Immerhin fallen auch bei diesen einige Erscheinungen auf, besonders im Vergleich mit den Befunden im nichtbehandelten, eine Woche lang benutzten Bassin. Wenn auch manche ausgesprochenen Keimzunahmen in der Nacht und manche rapide Keimabnahme während der Badezeit als eine Folge schon früher in nicht gechlortem Wasser beobachteter Prozesse erklärt werden kann, so muß man doch aus einer auffälligen Tatsache schon aus den Keimzahlen auf eine Bassinwirkung des Chlors schließen. Denn regelmäßig findet in den Tagen und Nächten, in denen Chlor zugesetzt wird, eine Keimabnahme und regelmäßig an den Tagen und Nächten, an denen nicht gechlort wird, eine Keimzunahme statt. Eine Ausnahme hiervon bildet nur der Tag der Neufüllung, der aus begreiflichen Gründen eine wenn auch nur geringe Keimvermehrung zeigt.

Auffallenderweise sind die Keimzahlen im gechlorten Bassinwasser im Durchschnitt ganz erheblich höher als sie es im gänzlich unbehandelten Wasser waren. Diese paradox anmutende Tatsache wurde auch von anderen Autoren festgestellt (Seligmann)[33]. Sie ist aber nach den eingangs erwähnten Vorstellungen über die Ursachen der Schwimmbadkurve erklärlich. Man muß annehmen, daß die bio-

logischen, selbstreinigenden Kräfte, die in den bereits aufgeführten Bassinwasser-Untersuchungen zum Ausdruck kamen, durch das Chlor mehr gehemmt werden, als die Bakterien des Wassers. Hält man mit Langermann, Ickert u. a. die vorgefundenen Protozoen für die Ursache der Selbstreinigung, dann kann man sich vorstellen, daß die höher differenzierten Lebewesen, die Protozoen, die Flagellaten für das Chlor empfindlicher sind, als die noch zwischen Pflanzen und Tieren stehenden Bakterien. Zur Unterstützung dieser Ansicht mögen die Untersuchungen Wilhelmis in einem Hallenschwimmbad Groß-Berlins dienen[40]. Er hatte Gelegenheit, die kleinsten Lebewesen des dauernd umgewälzten und chlorierten Badewassers zu studieren, als ein Betriebsfehler dazu zwang, eine Woche lang den Chlorzusatz einzustellen. Die im gechlorten Wasser sowohl an Arten wie an einzelnen Individuen außerordentlich arme Fauna nimmt in der chlorfreien Woche in jeder Beziehung bedeutend zu. Als dann wieder Chlor zugesetzt wurde, zeigte der Filterschlamm bei einem Chlorüberschuß von nur 0,035 mg/ltr im Bassinablauf wieder ein völlig verändertes Bild: „Hier war also die ganze vor einer Woche vorhanden gewesene Ciliaten-, Flagellaten- und Rotatorien-Fauna bereits wieder vernichtet bzw. praktisch beseitigt. Die belebten Schwebestoffe bestanden vorwiegend aus Stäbchenbakterien und Spirillen". Nach jeder Chlorierung des Bassins, nach jeder Hemmung bzw. Abtötung der Protozoen werden im Bassinwasser ähnliche protozoenarme Zustände geschaffen wie durch Neufüllung, d. h. es kommt täglich zu der früher nur an den ersten beiden Tagen zu beobachtenden rapiden, durch keine Protozoen-Einwirkungen gehemmten Keimvermehrung. Dadurch, daß jeden Tag neue Chlormengen dem Bassin zugeführt werden, findet die selbstreinigende Kraft nicht die zu deutlicher Entfaltung erforderliche Zeit.

Daß trotz der dauernd höheren Keimzahl eine Verschmutzung lange nicht in entsprechendem Maße statt hat, ersieht man aus der in der zweiten Woche zu beobachtenden Klarheit und schönen Farbe des Wassers, die sich von Tag zu Tag noch bessert.

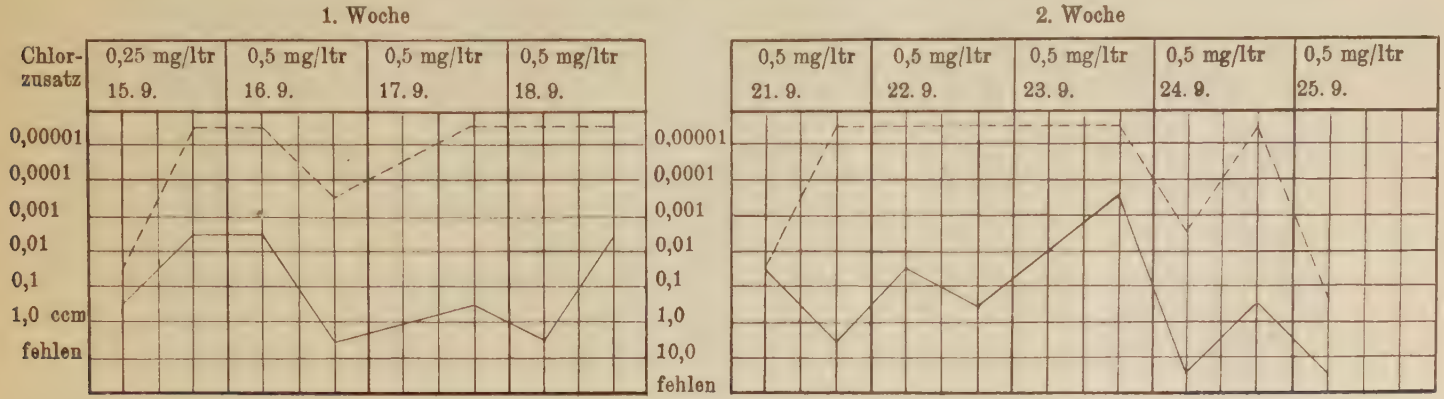
Colititer.

Auch die Colibefunde weisen deutlich darauf hin. Ein Blick auf die Kurve, Tabelle 4, zeigt den Anstieg des Colititers regelmäßig in den Zeiten, in denen nicht gechlort wird, und die Abnahme der Colibazillen an den Tagen und Nächten, an denen ein Chlorzusatz stattfindet. Nicht ganz parallel, etwas weniger beeinflußt verläuft die Kurve der bei 37 Grad wachsenden Keime. Besonders deutlich werden diese Wirkungen gegen Ende der zweiten Woche bei nächtlicher Chlorung. Es läßt sich daraus folgern: Bei einem Zusatz von 0,5 mg/ltr Chlor ließ sich im Bassinwasser bei Anwendung während des Badebetriebes eine Verminderung der Colibakterien, bei Anwendung während der Badepausen dagegen ein völliges Verschwinden derselben in 1 bzw. 10 ccm des Bassinwassers erzielen. Dies Resultat verspricht bei Chlorung mit geeigneten Mengen und zu geeigneten Zeiten, die empirisch zu bestimmen sind, auch auf das Bassin eine dauernd entkeimende Wirkung auszuüben und es gleichzeitig mit den Colibakterien auch von den in Frage kommenden Krankheitserregern befreien zu können.

Außer diesen offensichtlichen hygienischen und ästhetischen Vorteilen gegenüber anderen Verfahren spricht auch die wirtschaftliche Seite sehr zu seinen Gunsten. Mir liegen Angaben über die Selbstkosten eines Schwimmbades (pro Besucher) vor und nach Einrichtung der Chlorierungsanlage von zirka 15 Städten vor. Nur in

Tabelle 4.

Einfluß der Chlorierung auf den Colititer des Bassins.



———— = Colibazillen, - - - - - - = 37 Grad = Bakterien in 1 ccm.

einer einzigen Stadt werden die Selbstkosten sich nach Einbau der Chlorierungsanlage erhöhen, und zwar schätzungsweise um 3000 Mark im Jahr, eine Summe, die für jeden der 500 bis 800 dort täglich badenden Gäste eine Mehrausgabe von zirka 1 Pfennig darstellt. Sämtliche anderen Schwimmbadleitungen berichten von zum Teil „bedeutenden" Verringerungen der Selbstkosten, die, soweit genauere Berechnungen vorgenommen wurden, hier Platz finden mögen.

Tabelle 5.

Die Selbskosten eines Schwimmbades pro Besucher ermäßigten sich

in Stadt	bei einer Füllungsperiode	um %	oder bei durchschnittlicher Füllungsperiode	durchschnittlich um %
Dortmund .	2 Wochen	10 %	1—10 Wochen	14 %
Dresden . .	2 „	20 %		
Solingen . .	4—6 „	6,1 %		
Königsberg	9 „	20 %		
Plauen . . .	12 „	13,7 %	10—20 „	26 %
Nürnberg . .	15 „	34 %		
Gotha . . .	20 „	30 %		

Die beiden letzten Spalten zeigen sinnfällig, wie durch Verminderung der Zahl der Bassinneufüllungen im Jahr auch die Selbstkosten ganz erheblich herabgesetzt werden können.

Die Chlorierungsanlage bedeutet also einen enormen wirtschaftlichen Vorteil, der sich in den tatsächlichen Eintrittspreisen vielleicht dadurch ausspricht, daß trotz der Nachkriegsteuerung auf allen Gebieten, trotz meist fehlender oder stark reduzierter Zuschüsse die Preise, soweit mir bekannt ist, in keinem Bade gestiegen sind, im Gegenteil verschiedentlich herabgesetzt werden konnten.

Wieviel Chlor soll nun dem Badewasser zugesetzt werden? Die von den einzelnen Schwimmbädern und

Fachleuten für erforderlich gehaltenen Mengen sind derartig verschieden, daß eine Klärung dieser praktisch so außerordentlich wichtigen Frage dringend geboten erscheint. Denn ein zu geringer Chlorzusatz, der das Wasser nicht für längere Zeit in einwandfreier Beschaffenheit zu erhalten vermag, ist ebenso zu verwerfen wie ein zu hoher. Die dem Chlor zugeschriebenen Belästigungen durch Geruch, Haut- und Schleimhautaffektionen sind bisher zwar meist angeblich nur nach Betriebsfehlern vorgekommen und sollen sich durch strengere Kontrolle haben vermeiden lassen. Es ist jedoch die Möglichkeit noch nicht widerlegt, daß auch kleinste Mengen dieses aggressiven Stoffes bei chronischer Einwirkung nicht doch Gesundheitsschädigungen hervorzurufen vermögen. Es darf daher unter gewöhnlichen Umständen auch nicht über Chlormengen hinausgegangen werden, die gerade noch die gewünschte Wirkung erzielen.

Allerdings muß gleich hier betont werden, daß genauere Angaben hierüber einstweilen nicht erwartet werden können. Die erforderliche Chlormenge ist von zahlreichen Faktoren abhängig, über deren Einfluß noch keinerlei Beobachtungen vorliegen. Immerhin lassen sich Richtlinien dafür aufstellen, wie die Chlormengen möglichst niedrig gehalten und Belästigungen vermieden werden können.

Da genaue experimentelle Untersuchungen fehlen, sei es mir gestattet, zur Beleuchtung dieser Verhältnisse statistische Feststellungen heranzuziehen, die ich aus einer Rundfrage an mehrere mit Chlorierungsanlage versehene Schwimmhallen gewinnen konnte. Auf die Frage nach der Größe des Chlorzusatzes laufen die verschiedensten Angaben ein. So kommen z. B. einige Städte (Essen, Gotha u. a.) mit 0,2 mg/ltr Chlor und weniger aus, andere

(Waldenburg i. Schl., Neukölln u. a.) brauchen 1,0 mg/ltr und darüber. Über die Größe der Unterschiede ist man zunächst erstaunt. Es ist jedoch unmöglich, aus dem Vergleich dieser Chlormengen irgendwelche Schlüsse zu ziehen. Denn die Angabe, das Schwimmbad X. erhält einen Chlorzusatz von 0,5 mg/ltr, bezieht sich meist lediglich auf die Chlorierung innerhalb der Umwälzungsleitung. Für die Wirkung auf das Bassin ist es aber relativ gleichgültig, in welchem Mengenverhältnis das Chlor dem Umwälzungswasser zugesetzt wird Je nachdem, ob die gleichen 0,5 mg/ltr Cl 10 oder 24 Stunden lang, ob sie stündlich einer Wassermenge von 20 oder 40 cbm zugesetzt werden, ist der Reinigungseffekt im Bassin natürlich verschieden. Es ist daher falsch, wenn man durch die Angabe, es werden 0,5 mg Chlor pro Liter Umwälzungswasser zugesetzt, die Intensität der Schwimmbadchlorierung charakterisieren wollte. (Die weite Verbreitung dieser irrtümlichen Bezeichnungsweise machte diesen eigentlich selbstverständlichen Hinweis erforderlich.)

Von Bedeutung sind allein die absoluten Chlormengen, die das Bassinwasser innerhalb 24 Stunden zugeführt erhält. Um bei mehreren Badeanstalten mit Schwimmbassins von verschiedener Größe diese „absoluten Chlorungszahlen" vergleichen zu können, müssen sie auf eine einheitliche Wassermenge, am besten 100 cbm Schwimmbeckenwasser, reduziert werden. Man erhält dann die „reduzierte absolute Chlorungszahl", welche angibt, wieviel Gramm Chlor zu 100 cbm des betreffenden Badewassers in 24 Stunden zugesetzt werden.

Diese Chlorungszahlen habe ich auf Grund der Rundfrage von mehreren Schwimmbädern berechnen können und glaube durch ihren Vergleich vorläufig wenigstens den Mangel an diesbezüglichen exakten, experimentellen

Untersuchungen bis zu einem gewissen Grade ausgleichen zu können.

Am deutlichsten fällt die Abhängigkeit der Chlorungszahl von der Zahl der Badenden in die Augen.

Tabelle 6.

Einfluß der Zahl der Besucher auf die Chlorungszahl.

Nr.	Schwimmbad	Besucher täglich pro 100 cbm	Chlorungszahl	durchschnittliche Chlorungszahl
1	Neukölln, Männer	1720	267	265,5
2	Neukölln, Frauen	1450	264	
3	Offenbach	290	120	146,6
4	Waldenburg	285	380	
5	Bremen	275	163	
6	Hagen	(270)	116	
7	München, Frauen	230	112	
8	München, Männer	210	75	
9	München-Gladbach	(200)	(60)	
10	Hamm	180	83	78,4
11	Freiburg	160	80	
12	Göppingen	150	75	
13	Essen	(148)	70	
14	Solingen	146	(93)	
15	Nürnberg	135	(78)	
16	Aachen	112	157	
17	Königsberg	112	56	
18	Eisenach	107	50	
19	Wiesbaden, Sommer	103	(42)	
20	Leipzig	96	(54)	42,0
21	Gotha	93	(30)	
22	Plauen	82	85	
23	Gera	82	(60)	
24	Remscheid	78	30	
25	Darmstadt	68	17	
26	Frankfurt a. M.	67	30	
27	Wiesbaden, Winter	59	30	

Tabelle 7.

Oder im Durchschnitt ist erforderlich bei		
einer Besucherzahl von pro 100 cbm Wasser	einer Chlorungszahl von	
50— 100 Personen	42,0	8 Fälle
100— 200 „	78,4	10 „
200— 300 „	146,6	7 „
(1400—1800) „	(265,5)	2 „

Man erkennt hieraus, daß, abgesehen von den beiden aus dem Rahmen fallenden Besucherzahlen von Neukölln, die erforderliche Chlorungszahl annähernd proportional dem Besuch steigt. Das ist nahezu selbstverständlich. Aus zwei Quellen nur entstammen die Substanzen, die das Chlor verschlingen. Einmal sind es die schon im frischen Wasser vorhandenen chlorbindenden Bestandteile, zweitens die von den Badenden zugeführten Verunreinigungen. Der Einfluß der ersteren, der sich hauptsächlich bei niedrigen Besucherzahlen durch relativ hohe Chlorungszahlen geltend machen würde, tritt in obiger Tabelle völlig zurück.

Ferner muß die Frage geprüft werden, ob die Chlorkonzentration des gechlorten Umwälzungswassers einen Einfluß auf den Chlorverbrauch ausübt. Ist es gleichgültig, ob man eine bestimmte absolute Chlorungszahl durch einen Zusatz von 0,2 mg oder von 1,0 mg pro Liter Umwälzungswasser erreicht (letzteres natürlich in entsprechend kürzerer Zeit)? Theoretisch sollte man denken, daß in der konzentrierteren Chlorlösung von 1,0 mg/ltr durch Verschlechterung der Absorptionsbedingungen ein Entweichen von gasförmigem Chlor in die Luft leichter statt hat als in der schwächeren von 0,2 mg/ltr. Infolgedessen müßte bei den größeren Chlorzusatzdosen eine verhältnismäßig viel größere Chlormenge

Tabelle 8.

Einfluß der Dosierung des Chlorzusatzes auf die Chlorungszahl.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Nr.	Schwimmbad	Chlorzusatz in gr cbm	Besucherzahl täglich pro 100 cbm	Chlorungszahl für 100 cbm	Chlorungszahl im Durchschnitt	Besucherzahl im Durchschnitt	Chlorungszahl für 100 cbm und 100 Besucher	Desgleichen im Durchschnitt	Bei einem Chlorzusatz in gr cbm
1	Neukölln, Männer	2,0	1720	267			15,5		
2	„ Frauen	1,5	1450	264			18,2		
3	Hagen	(1,2)	(270)	116	237	767	43,0	**70,7**	1,0 —2,0
4	Waldenburg	1,0	285	380			136,8		
5	Aachen	1,0	112	157			140,2		
6	Offenbach	(0,9)	290	120			41,4		
7	Freiburg	0,8	160	80			50,0		
8	Dortmund	0,8	?	80	106	202	?	**63,6**	0,6 —0,9
9	Bremen	0,65	275	163			59,3		
10	Plauen	0,6	82	85			103,7		
11	Göppingen	0,5	150	75			50,0		
12	Königsberg	0,5	112	56			50,0		
13	Eisenach	0,5	107	50			46,7		
14	Hamm	0,44	180	83	76	161	46,1	**47,9**	0,35—0,5
15	Nürnberg	0,4	135	(78)			57,8		
16	München, Frauen	0,37	230	112			48,7		
17	„ Männer	0,37	210	75			35,7		
18	Wiesbaden, Sommer	0,3	103	(42)			40,8		
19	Gera	(0,3)	82	(60)			73,2		
20	Remscheid	0,3	78	30			38,5		
21	Frankfurt a. M.	0,3	67	30	42	90	44,8	**46,8**	0,2 —0,3
22	Wiesbaden, Winter	0,3	59	30			50,9		
23	Essen	0,25	(148)	70			47,3		
24	Gotha	0,2	93	(30)			32,3		

erforderlich werden, die durch vorzeitiges Entweichen des Gases vor seiner Einwirkung bedingt ist. Die Tabelle 8 bestätigt diese Gedankengänge.

Reihe III zeigt die Dosierungsmenge des Chlors, nach der Größe geordnet. Reihe IV die Besucherzahl und Reihe V die absolute Chlormenge, beides auf 100 cbm Schwimmbeckenwasser umgerechnet. Reihe VI zeigt die durchschnittliche Chlorungszahl für vier Gruppen von Dosierung. Man erkennt deutlich die Zunahme der absoluten Chlormenge in den einzelnen Gruppen, parallel der steigenden Zusatzdosierung.

Hieraus schon einen, den obigen theoretischen Ausführungen entsprechenden Schluß zu ziehen, wäre verfehlt. Denn Reihe VII zeigt, daß ebenso parallel auch die durchschnittlichen Besucherzahlen in den einzelnen Gruppen zunehmen, und so könnte die Zunahme der absoluten Chlormengen lediglich die in voriger Tabelle gefundene Abhängigkeit von der Besucherzahl ausdrücken. Aus Tabelle 7 geht hervor, daß die Chlorungszahlen sich annähernd direkt proportional den Besucherzahlen ändern. Diese Tatsache erlaubt, die Chlormengen auch auf eine einheitliche Besucherzahl (100 pro 100 cbm Wasser) zu reduzieren. Auch diese von der Menge der Badenden unabhängigen Chlorungszahlen (Reihe VIII) zeigen in den Gruppendurchschnitten (Reihe IX) ein deutliches Ansteigen des Chlorverbrauchs mit steigender Zusatzdosis. Reihe IX spricht also für die theoretische Annahme, daß bei den höheren Chlordosen nicht alles Chlor zur Wirkung kommt, sondern ein größerer Teil gasförmig in die Luft des Baderaumes entweicht. Dieser Teil des Chlorgases ruft den unangenehmen, bei stärkeren Graden reizenden Chlorgeruch hervor, wie er z. B. in Neukölln, Waldenburg vorhanden ist. Um diesen Geruch zu vermeiden, muß man also die Chlorkonzentration

des Umwälzungswassers möglichst niedrig halten. Dies erreicht man dadurch, daß man die Zusetzung des Chlors auf möglichst viele Stunden des Tages ausdehnt und die Chlormenge dementsprechend niedriger hält. Also statt 1,0 mg 12 Stunden lang zuzusetzen, empfiehlt es sich z. B., 24 Stunden hindurch einen Zusatz von 0,5 mg/ltr anzuwenden. Besteht trotz Verlängerung der Chlorungszeit noch Chlorgeruch, oder kann damit noch nicht die erforderliche absolute Chlorungszahl erreicht werden, dann kann man die Chlorzuführung durch Vermehrung der Umwälzungsmenge steigern, ohne dadurch die Konzentration zu erhöhen. Das ist der Fall bei Vergrößerung der Stundenleistung des Filters durch Vermehrung der Filtergeschwindigkeit oder der Filterfläche.

Schließlich kann man der stärkeren Chlorkonzentration, die bei einer Chlorzufuhr lediglich durch den Bassineinlauf immer an dieser Stelle auftritt, noch durch eine dritte Maßnahme wirksam entgegentreten. Man läßt das Chlor an verschiedenen Stellen des Bassins einlaufen, sei es als Chlorwasser oder direkt als Chlorgas. Die Verteilung im Bassin ist dann wesentlich gleichmäßiger und man kann größere Chlormengen zuführen, ohne an einer Stelle die Konzentration überschreiten zu brauchen, die dem Chlor ein gasförmiges Entweichen ermöglicht. Bisher ist dieses Verfahren meines Wissens noch nirgends angewandt worden, doch wird es sich jedenfalls für die größeren Schwimmbäder mit starkem Besuch für die Zukunft nicht umgehen lassen.

Auch dadurch ließe sich bei stark besuchten Badeanstalten die Chlormenge und damit Chlorkonzentration niedrig halten, daß man die oxydativen Prozesse nicht nur durch Chlor unterhalten läßt, sondern es z. B. durch Belüftung oder Ozonisierung teilweise entlastet. Wahrscheinlich

werden die Kosten durch derartige doppelte Reinigungsanlagen erheblich verteuert. Aus der Rundfrage geht nicht mit völliger Sicherheit hervor, daß z. B. die von der Firma Reisert mit Belüftungsanlagen und Chlorierung versehenen Schwimmbäder mit wesentlich geringeren Chlorungszahlen auskommen.

Ferner wurde untersucht, wie weit die zeitliche Dauer des Chlorzusatzes die benötigten Chlormengen beeinflußt. Tabelle 9 zeigt, allerdings nicht völlig einwandfrei, daß bei längeren Chlorungszeiten auch größere Chlorungszahlen erforderlich sind.

Dies erklärt sich wahrscheinlich zum großen Teil dadurch, daß die längeren Chlorungszeiten meist in Schwimmbädern mit sehr starkem Besuch erforderlich sind, die gleichzeitig auch die Chlorzusatzdosen steigern müssen. Infolgedessen werden wohl nicht die längeren Chlorungszeiten, sondern die gleichzeitig vorhandenen größeren Chlorkonzentrationen (vergleiche Tabelle 8) die Zunahme der Chlorungszahlen bedingen.

Weitere Versuche, z. B. die Unterschiede zwischen nächtlichem Chlorzusatz und solchem am Tage, oder die Effekte verschiedener Chlorierungsapparate aus den Chlorungszahlen abzuleiten, scheitern an der relativen Ungenauigkeit dieser aus der Rundfrage gewonnenen Zahlen. Immerhin kann man nach den in Königsberg gesammelten und in Tabelle 5 zusammengefaßten Erfahrungen behaupten, daß eine Chlorierung in der Nacht, einer solchen während der Benutzung vorzuziehen ist. Die Möglichkeit, daß jedes Wasserpartikelchen die Reinigungsanlage durchläuft, ist erheblich größer, wenn das Bassin sich in Ruhe befindet, als wenn das gereinigt zulaufende Wasser sofort durch die Badenden mit dem noch nicht gereinigten vermischt wird. Wie Tabelle 5 zeigt, konnten in Königsberg in der zweiten

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Nr.	Schwimmbad	Dauer des Chlorzusatzes in Stunden	Besucherzahl	Chlorungszahl	Chlorungszahl im Durchschnitt	Besucherzahl im Durchschnitt	Chlorungszahl für 100 cbm und 100 Besucher	Desgleichen im Durchschnitt	Bei einer Chlorierungsdauer in Stunden von
1	Neukölln, Männer . .	24	1720	267			15,5		
2	„ Frauen . .	24	1450	264			18,2		
3	Waldenburg	24	285	380			136,8		
4	München-Gladbach .	(24)	(200)	(60)			30,0		
5	Solingen	24	116	(93)	156,2	497	62,8	**55,4**	18—24
6	Essen	24	(148)	70			47,3		
7	München, Frauen . .	22	230	112			48,7		
8	„ Männer . .	22	210	75			35,7		
9	Plauen	18	82	85			103,7		
10	Hagen	14	(270)	116			43,0		
11	Wiesbaden, Sommer .	14	103	(12)			10,8		
12	Leipzig	(14)	96	(54)			56,3		
13	Remscheid	14	78	30	90,0	153	38,5	**62,3**	13—14
14	Bremen	13	275	163			59,3		
15	Nürnberg	13	135	(78)			57,8		
16	Aachen	13	112	157			140,2		
17	Dortmund	13	?	80			?		
18	Offenbach	12	290	120			41,4		
19	Hamm	12	180	83			46,1		
20	Göppingen	12	150	75			50,0		
21	Gera	(12)	82	(60)	64,9	139	73,2	**48,3**	11—12
22	Frankfurt a. M. . . .	12	67	30			44,8		
23	Königsberg	11	112	56			50,0		
24	Gotha	11	93	(30)			32,3		
25	Freiburg	10	160	80			50,0		
26	Darmstadt	(10)	68	17	44,3	99	25,0	**43,2**	9—10
27	Wiesbaden, Winter .	10	59	30			50,9		
28	Eisenach	9	107	50			46,7		

Versuchswoche trotz der geringen, am tiefen Ende des Bassins nicht mehr nachweisbaren Chlormengen nach nächtlicher Chlorierung am Morgen keine Colibakterien in 10 ccm nachgewiesen werden, während die Tageschlorierung mit gleichen Mengen lange nicht so gute Ergebnisse zeitigte. Zwar verschlechtert sich, wenn nur nachts chloriert wird, im Laufe des chlorfreien Tages das Wasser etwas schneller, doch gelingt es stets, bis zum nächsten Morgen das Schwimmbecken in einen ästhetisch wie hygienisch brauchbaren Zustand zu versetzen. Vielleicht erweist es sich auch als besser, bereits in der zweiten Hälfte der Badezeit mit dem Chlorzusatz zu beginnen. Es wird dann dem starken Anwachsen der Keime bereits am Tage begegnet werden können.

Über die Wirksamkeit verschiedener Apparaturen steht mir kein Urteil zu. Diejenige Vorrichtung, die eine schnellere Absorption des Chlorgases ermöglicht, verdient unzweifelhaft eine höhere Bewertung.

Diese theoretischen Überlegungen sollen einige allgemeine Richtlinien über die Art der Chloranwendung geben. Sodann ist es wichtig, für jeden speziellen Fall die erforderliche Chlormenge zu finden. Genügen wird in allen Fällen eine Tageschlormenge, die der täglichen Schmutzaufnahme entspricht, die die täglich in das Bassin eingebrachten Keime abzutöten und die täglich aufgenommenen organischen Substanzen zu zerstören in der Lage ist. Leider ist diese Schmutzmenge direkt nicht zu bestimmen. Vielleicht könnte man aber aus parallel laufenden anderen Befunden entsprechende Schlüsse ziehen. Die Bestimmung der organischen Substanzen gibt hierfür überhaupt keinen Anhalt. Es gibt Wässer, die von den durch Caliumpermanganat oxidierbaren Stoffen annähernd frei sind und doch eine verhältnismäßig große Menge Chlor

absorbieren, bevor es seine desinfizierende Wirkung zu entfalten vermag. Vielleicht könnte man direkt aus dem Chlorbindungsvermögen des Wassers auf die erforderlichen Chlormengen schließen. Froböse[18] und Bruns[2] geben Methoden an, dieses festzustellen: „1 Liter des zu behandelnden Wassers wird mit soviel einer genau titrierten Chlorlösung zusammengebracht, daß es eigentlich 1 bis 2 mg enthalten würde. Es wird nun nach etwa 10 Minuten langen Stehen mit einer $^1/_{10}$ bis $^1/_{100}$ n Natriumthiosulfatlösung diejenige Menge zurücktitriert, die noch nicht absorbiert ist. Die Differenz entspricht der chlorbindenden Kraft des Wassers". Auch Olszewski[20] gibt eine Methode mittels des Benzidinreagens an. Man würde durch tägliche Bestimmung der Chlorzahl die Mindestmenge an Chlor berechnen können, die dem Wasser zugesetzt werden muß, eine Menge, die infolge völliger Absorption zu irgendwelchen Belästigungen nicht führen kann. Immerhin wird diese Menge praktisch nicht genügend entkeimend wirken und erst längere Erfahrung könnte entscheiden, wie weit sie überhöht werden darf. Leider ist die Bestimmung der Chlorzahl für praktische Zwecke noch etwas zu kompliziert.

Man muß also nach anderen einfacheren Maßstäben suchen. Schon allein mit unseren Sinnesorganen Auge und Nase läßt sich die Chlorzufuhr regeln. Als im Frühjahr 1925 eine genauere Prüfung im Königsberger Palästrabad nicht möglich war, wurde dort hauptsächlich auf Grund der grobsinnlich wahrnehmbaren Verschmutzung dosiert, bei stärkerer Trübung die Zufuhr vergrößert, bei eben auftretendem Chlorgeruch nachgelassen. Daß es auf diese Weise gelang, das Bassin vier Monate bis zum Umbau kristallklar zu erhalten, ohne daß Belästigungen durch Chlor aufgetreten sind, zeugt von der praktischen Brauchbarkeit dieser Methode.

Eine derartig subjektive Kontrolle genügt allerdings den heutigen Ansprüchen nicht, besonders da objektivere Mittel vorhanden sind, nämlich die chemischen Indikatoren des nichtgebundenen Chlors. Olszewski[26] unterzieht fünf derartige chemische Körper einer Prüfung ihrer Empfindlichkeit und kommt zu dem Schluß, daß von den brauchbaren Stoffen zwei die geeignetsten wären: Jodkalistärke, die noch 0,1 mg/ltr freien Chlors durch schwache Blaufärbung und Benzidin, das noch 0,02 mg/ltr durch schwache Blaugrün-Färbung deutlich erkennen läßt. Letzteres wird nach einer Vorschrift von Raschig[30] in Salzsäure gelöst und findet sein Empfindlichkeitsoptimum bei einem von Olszewski angegebenen Mischungsverhältnis.

Wo und in welchen Mengen soll nun freies Chlor mit diesen Reagenzien nachzuweisen sein. Daß die Reinwasserleitung einen deutlichen Überschuß haben muß, ist zur einwandfreien Sterilisierung unbedingt erforderlich, darüber herrscht wohl auch völlige Einstimmigkeit. Umso größer sind die Meinungsverschiedenheiten über den Chlorgehalt des Bassinwassers. Die hygienisch einleuchtendste Forderung ist die, das Badewasser soll eine so starke Desinfektionslösung darstellen, daß hineingelangende Krankheitserreger innerhalb kurzer Zeit abgetötet werden. Oder praktisch gesprochen, es sollen Colibazillen in 100 ccm fehlen und die Keimzahl unter 100 bleiben. Um diesen Erfolg zu erhalten, sind aber Mengen nötig, die für das Badepublikum nicht gleichgültig sind. In Plauen (32) z. B. wurde dazu ein Überschuß an freiem Chlor von über 0,6 mg/ltr, in Dresden (26) von mehr als 0,2 bis 0,5 mg/ltr, in Neukölln (31) von mehr als 0,35 mg/ltr gebraucht. Genauere Untersuchungen liegen aus Hamburg (22) vor Aus ihnen ergibt sich zur Erfüllung obiger Forderung die Notwendigkeit, einen Restgehalt von 0,3 bis 0,5 mg/ltr Chlor

im Becken zu erzielen. Bei diesen Mengen wurden aber die Badenden bereits belästigt. Abgesehen von der Unmöglichkeit also, aus dem Badewasser eine schnelldesinfizierende und trotzdem für die Besucher unschädliche Desinfektionslösung herzustellen, liegt auch gar keine Notwendigkeit dafür vor. Selbst in den täglich frisch gefüllten gut geleiteten Schwimmbädern der Vorkriegszeit waren die Keim- und Colizahlen erheblich höher, ohne daß Ansteckungen durch Badewasser bekannt geworden sind. Nur wenn wirklich die Gefahr nahe liegt, eine bestehende Epidemie durch das Bad zu verbreiten, wie es z. B. in Breslau zu Beginn des Krieges der Fall war, kann und muß man zu derartigen Chlormengen seine Zuflucht nehmen, unbeeinflußt durch die Klagen des Publikums. In normalen Zeiten ist dies nicht erforderlich, es genügt ein ganz geringer, durch Bläuung der Jodstärke kaum nachweisbarer Überschuß vollkommen. Es dürfte sich empfehlen, den Chlorgehalt des Ablaufwassers sowohl mit Jodstärke, als auch gleichzeitig mit Benzidin zu kontrollieren. Wenn freies Chlor durch Benzidin, nicht dagegen durch Jodstärke angezeigt wird, hat man die Sicherheit eines nur ganz geringen Chlorüberschusses im Bassin. Auf diesem Chlorgehalt muß das Wasser ständig durch diese einfache Kontrolle und Veränderung der Chlorzufuhr gehalten werden.

So kann die im konkreten Fall erforderliche Chlormenge empirisch bestimmt und durch optimale Einstellung des Chlorzusatzes (Chlorungszeit, Chlorungsdosis usw.) das Entstehen des unangenehmen Chlorgeruchs vermieden werden.

Das ist sicher das Beste.

Wenn die Verhältnisse erst so liegen, daß freies Chlorgas in die Badehausluft entweichen kann, dann wird die beste Durchlüftung, die teuerste Absaugevorrichtung mehr oder weniger ohne Erfolg sein.

Neben dem in die Luft übergetretenen Chlorgas kann auch das vom Wasser absorbierte freie Chlor zu Gesundheitsschädigungen führen. M. E. erübrigt es sich jedoch, näher darauf einzugehen. Ich glaube, das bei gesundheitsschädlichen Chlorkonzentrationen im Wasser schon lange vorher ein Geruch nach Chlor besteht, den ich für das erste sinnlich wahrnehmbare Zeichen einer Überdosierung halte. Vermindert man bei seinem Auftreten die Chlorzufuhr, dann kann sich auch im Wasser keine Chlorkonzentration entwickeln, die Belästigung hervorruft.

Diese theoretischen Ausführungen umfassen einen Faktor nicht, der praktisch außerordentlich wichtig, aber unberechenbar ist: das Publikum. Auf die Nachricht hin, es soll in eine Badeanstalt eine Chlorierungsanlage eingebaut werden, beginnen z. B. die erbitterndsten Zeitungsangriffe auf die neuen Einrichtungen, die durch monatelange Wasserbenutzung hochgradig unästhetisch wären usw., die zu großen Gesundheitsschädigungen führen müßten. Es laufen Klagen, Beschwerden über Chlorbelästigung ein, lange bevor die Chlorierung überhaupt eingesetzt hat (Dresden, Göppingen). Das Publikum bleibt sogar aus, so daß die Anstalt gezwungen ist, mit der Chlorierung vollkommen Schluß zu machen (Köln). Dagegen ist die Badeleitung selbstverständlich im allgemeinen machtlos, immerhin muß mit diesen Verhältnissen gerechnet werden. Belehrende Schriften wirken kaum auf die vorurteilsvolle Menge. Das einzige, was praktisch zu tun bleibt, ist die Vermeidung alles dessen, was das Publikum in seinem Vorurteil erhalten oder bestärken könnte. So dürfen z. B. der Boden, die Aborte, die in der Nähe des Bassins liegen, wie es im Palästrabad geschah, niemals mit Chlorkalk desinfiziert werden, dessen Geruch ohne weiteres auf das Wasser bezogen wird. Kleinigkeiten sind es nur, Dinge,

die man leicht unbeachtet läßt, die aber für gute Einführung einer neuen Anlage und reichlichen Besuch von nicht zu unterschätzender Bedeutung sind.

Wenn auch die nächsten Jahre noch manche neue Anregung über Art und Menge des Chlorzusatzes bringen werden, so wird es im großen ganzen doch jeder Badeleitung vorbehalten sein, die für die speziellen Verhältnisse jedes Schwimmbades geeignetsten Arten der Chlorierung selbst durch praktische Erfahrung zu bestimmen

Zum Schluß noch eine kurze Bemerkung darüber, wie sich die Chlorierung der Schwimmbäder in Zeiten von Krankheitsepidemien bewährt. Die Erfahrungen, die in Deutschland gesammelt werden konnten, sind zu gering, um in dieser Beziehung ein abschließendes Urteil abgeben zu können. Typhus- oder Choleraepidemien, die durch das Badewasser Verbreitung fanden, sind bei uns nicht beobachtet worden. Von anderen, im Zusammenhang mit dem Schwimmbad epidemisch aufgetretenen Krankheiten hat man nur die Schwimmbadkonjunktivitis kennengelernt, und nur bei ihr konnten Erfahrungen gewonnen werden. Die Tatsache, daß bei einer derartigen Epidemie in Berlin im Jahre 1921 von sämtlichen Schwimmbädern der Stadt nur das mit Chlorierungsanlage versehene Schwimmbad Neukölln verschont blieb (Bürger)[3], spricht sehr für den überragenden Wert dieser Anlagen. Natürlich wird man unter Verhältnissen, die eine Krankheitseinschleppung möglich erscheinen lassen, die Chlormengen etwas höher als gewöhnlich halten müssen. Dann wird aber mit Hilfe der Chlorierungsanlage eine Verbreitung von Krankheit mit Sicherheit auszuschalten sein.

Zusammenfassend läßt sich folgendes sagen:

1. Im Vergleich zu den übrigen Badewasseraufbereitungsanlagen hat sich die Filterung und Chlorung des

umgewälzten Wassers in ästhetischer, hygienischer und wirtschaftlicher Beziehung am besten bewährt.

2. Es gelingt das umgewälzte Wasser zu einem absolut einwandfreien Frischwasser zu machen.

3. Es ist dagegen nicht ohne Belästigung der Badenden möglich, das Bassinwasser selbst zu einer Desinfektionslösung zu machen, die hineingelangende Keime in kurzer Zeit vernichtet.

4. Der Chlorverbrauch steigt annähernd proportional zu der Zahl der Besucher und wächst mit steigender Zusatzdosierung.

5. Um die Geruchsbelästigungen durch Chlor möglichst zu vermeiden, empfiehlt es sich:

a) die Zeit des Chlorzusatzes möglichst zu verlängern,

b) die Chlorzusatzdosen pro Liter Umwälzungswasser möglichst niedrig zu halten,

c) das Chlor dem Bassin an mehreren Stellen zuzuführen.

6. Das Chlor wirkt im Königsberger Palästrabad, wenn es während der Nacht zugesetzt wird, besser, als während der Badezeit.

7. Die Menge des zugesetzten Chlors richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen. Es genügt ein ganz geringer Überschuß im Bassin, der am besten durch gleichzeitige Ausführung der Benzidin- und Jodstärke-Reaktion zu prüfen ist. Im Ablaufwasser soll Benzidin noch eine Blaufärbung hervorrufen, die durch Jodstärke nicht mehr nachzuweisen ist.

Benutzte Literatur.

(Vergl. das Literaturverzeichnis am Schluß der Arbeit von Bürger[4].)

1. Benneke. Die Behandlung des Schwimmbadwassers mit Chlorlauge. Das Bad. Jahrg. 12, Heft 3.
2. Bruns. Die Desinfektion des Trinkwassers in Wasserleitungen mit Chlor. Gas- und Wasserfach 1922. H. 45—48.
3. Bürger. Über Filterung, Chlorung und Wiederverwendung des Wassers von Hallenschwimmbädern. Veröffentl. d. Dtsch. Ges. f. Volksbäder 1922. Bd. 7, H. 1.
4. Bürger. Hygienische Anforderungen an Schwimmbäder, Freiluft- (Sommer) und Hallenschwimmbäder. Veröffentl. d. Dtsch. Ges. f. Volksbäder 1925.
5. Edel. Untersuchungen über den Bakteriengehalt des Badewassers. Arch. f. Hyg. 1893. Bd. 19.
6. Engels. Weitere Studien über die Sterilisation von Trinkwasser auf chemischem Wege. Zentr. Bl. f. Bakt. Bd. 32, Nr. 7.
7. Fischer und Proskauer. Über die Desinfektion mit Chlor und Brom. Mitteil. aus dem kaiserl. Gesundheitsamt II. S. 228. 1884.
8. Froböse. Über das Chlorbindungsvermögen von Wasser und Abwasser. Arb aus dem Reichsgesundheitsamt 1920. S. 211.
9. Gersbach. Über die Prüfung der Chlorierungsanlage des Frankfurter Hallenschwimmbades. Ges.-Ing. 1924. H. 8.
10. Grunow. Die Wirtschaftlichkeit kommunaler Badeanstalten Ges.-Ing. 1912. S. 622.
11. Hesse. Über den Bakteriengehalt im Schwimmbassin des Albertbades zu Dresden. Zeitschr. f. Hyg. Bd. 25, S. 482.
12. Hilsum. Bakteriologische Untersuchung eines Schwimmbades in bezug auf Selbstreinigung. Zentr. Bl. f. Hyg. u. Bakt. Abtlg. I. Bd. 27, S. 661.
13. Hygieos. Einige Vorschläge bezüglich der Einrichtung von Badeanstalten. Ges.-Ing. 1908. S. 19/20.

14. Ickert. Über den Bakteriengehalt im Schwimmbadwasser. Öffentliche Gesundheitspflege 1916. S. 461.
15. Kister und Fromme. Untersuchungen in den Hamburger Hallenbädern, insbesondere über die Wirkung der Lüftungs- und Reinigungsanlage in der Badeanstalt Hoheweide. Ges.-Ing. 1910. S. 909.
16. Koch. Über Desinfektion. Mitteil. aus dem kaiserl. Gesundheitsamt. Bd. I. 1881.
17. Koenig. Erörterungen nach dem Vortrag von Bruns. Gas- und Wasserfach 1922. S. 767.
18. Koslik. Der Bakteriengehalt offener Schwimmbäder. Hyg. Rundschau 1898. S. 361.
19. Langermann. Untersuchungen über den Vorgang der Selbstreinigung, ausgeführt am Wasser des Gießener Volksbades. Zeitschr. f. Hyg. 1909. Bd. 64.
20. Link und Schober. Badewasser-Reinigungsanlage für das Stuttgarter Schwimmbad. Ges.-Ing. 1923. S. 206.
21. Lode. Die Gewinnung von keimfreiem Trinkwasser durch Zusatz von Chlorkalk. Arch. f. Hyg. Bd. 24, S. 236.
22. Nachtigall. Untersuchungen über die Wirkung von Chlorgas bei der fortlaufenden Reinigung des Schwimmbeckenwassers in zwei Hamburger Badeanstalten. Techn. Gemeindebl. Berlin, Jahrg. 26, Nr. 5/6.
23. Nijland. Über das Abtöten von Cholerabazillen im Wasser. Arch. f. Hyg. 1893. Bd. 18, S. 335.
24. Nowotny. Uber die Wirtschaftlichkeit kommunaler Badeanstalten. Ges.-Ing. 1912. S. 777.
25. Nowotny. Betriebserfahrungen mit regeneriertem Badewasser im Frankfurter Hallenschwimmbad. Ges.-Ing. 1924, S. 405.
26. Olszewski. Feststellung von freiem Chlor und des Chlorbindungsvermögens im Trinkwasser. Chem. Zeitg. 1923. S. 649. Bericht. d. dtsch. pharmaz. Ges. 1923. H. 5, S. 168.
27. Opitz. Erfahrungen über die Behandlung von Badewasser und neue Wege zu dessen Aufbereitung. Ref.: Ges.-Ing. 1924. S. 484.
28. Ornstein. Neun Jahre praktische Erfahrung mit dem Chlorgasverfahren. Ges.-Ing. 1921. Nr. 34, S. 417.
29. Proskauer. Die angestrebte Wiederverwendung des gebrauchten Bassinwassers unter Berücksichtigung der bei Untersuchungen der Berliner Schwimmbäder gemachten Erfahrungen. Ges.-Ing. 1909. S. 761.
30. Raschig. Zur Bestimmung der Schwefelsäure vermittels Benzidin. Zeitschr. f. angew. Chemie 1903. S. 818.

31. Samtleben. Die bisherigen Erfahrungen über die Filterung und Chlorierung des Wassers der Schwimmbecken im Stadtbad Neukölln. Das Bad 1923. H. 1.
32. Schilling. Die Badewasseraufbereitungsanlage der beiden Schwimmbassins im König-Albert-Bad der Stadt Plauen. Gas- und Wasserfach 1924. H. 52.
33. Seligmann. Zur Hygiene der Hallenschwimmbäder unter besonderer Berücksichtigung der Schwimmbadkonjunktivitis. Zeitschr. f. Hyg. 1922, S. 45.
34. Selter. Zur Hygiene der Hallenschwimmbäder. Hyg. Rundschau 1808. S. 1381.
35. Spiegelberg. Richtlinien für den Bau sportgerechter Schwimmbäder. Ges.-Ing. 1925. H. 23/24.
36. Traube. Einfaches Verfahren, Wasser in großen Mengen keimfrei zu machen. Zeitschr. f. Hyg. Bd. 16. 1894. S. 149.
37. Weber. Chemische Analyse organischer Körper. Zeitschr. f. analyt. Chemie 1904. S. 116.
38. Weichhardt und Ulsamer. Einige Gesichtspunkte über den Betrieb von Hallenschwimmbädern. Ges.-Ing. 1925. S. 283.
39. Werner. Badeeinrichtungen in Königsberg. Ges.-Ing. 1912. S. 396.
40. Wilhelmi. Über die Desinfektion des Wassers mit aktivem Chlor unter besonderer Berücksichtigung der tierischen Organismen. Desinfektion. Bd. 7. 1922.
41. Zankow. Über die Verwendung von Chlorgas zur Sterilisierung von Wasser und Abwasser. Zeitschr. f. angew. Chemie. Jahrg. 29, S. 178.

Lebenslauf.

Ich, Gerhard Lemmel, wurde am 23. Januar 1902 zu Posen geboren als der Sohn des Stadtrats Ernst Louis Heinrich Lemmel und seiner Ehefrau Charlotte geb. Peter. Ich besuchte die Reform-Realgymnasien zu Posen und Berlin-Friedenau und das Löbenichtsche Realgymnasium zu Königsberg, wo ich am 26. Februar 1920 das Zeugnis der Reife erhielt. Darauf studierte ich drei Semester in Marburg und zwei in Königsberg Medizin und bestand hier am 6. Juli 1922 die ärztliche Vorprüfung. Meine klinischen Semester führten mich nach Freiburg, München und Königsberg. Die ärztliche Prüfung bestand ich vollständig am 20. Juni 1925. Als Medizinalpraktikant war ich bisher drei Monate am Hygienischen Institut der Universität Königsberg, vier Monate an der Medizinischen und einen Monat an der Chirurgischen Universitätsklinik in Leipzig tätig.